

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2001/2002**

Februari/Mac 2002

ESA 111/3 – Pengenalan Kepada Kejuruteraan Aeroangkasa

Masa : [3 Jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **18 (LAPAN BELAS)** mukasurat bercetak.
2. Bahagian A : Jawab **Semua** soalan pada skrip kertas jawapan yang disediakan.
Bahagian B : Jawab **3 (TIGA)** soalan daripada **5 (LIMA)** soalan.
Bahagian C : Jawab **5 (LIMA)** soalan daripada **8 (LAPAN)** soalan.
3. Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan.
4. Jawab semua soalan dalam Bahasa Melayu.
- 5. Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.

BAHAGIAN A (15 Markah)**Arahan : Jawab Semua Soalan**

1. (i) Diberi bahawa jarak jejari sebuah planet seberat 5.97×10^{24} kilogram adalah 6,378 kilometer. Sebuah komet akan merentasi ruangan atmosfera planet tersebut 350 kilometer di ufuk timur pada kelajuan 10 km/s. Apakah bentuk trajektori orbit yang akan dibentuk oleh komet itu?
(Pemalar graviti semesta = $6.673 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$)
 - (A) Hiperbola.
 - (B) Parabola.
 - (C) Elips
 - (D) Bulat.
- (ii) Apakah anggaran kesipian; e , yang diperolehi untuk trajektori orbit soalan 1?
 - (A) $e = 1.000$
 - (B) $e = 0.6017$
 - (C) $e = 0.6896$
 - (D) $e = 0.9963$
- (iii) Hukum Kepler ketiga dapat digunakan untuk perkiraan tempoh peredaran sesebuah planet mengelilingi matahari. Diberi bahawa tempoh peredaran planet Marikh adalah 686.96 hari, apakah tempoh peredaran planet X yang paksi semimajornya 0.6566 kali ganda daripadanya?
 - (A) 365.49 hari.
 - (B) 518.96 hari.
 - (C) 909.35 hari.
 - (D) 1291.16 hari.
- (iv) Berapakah nilai paksi semimajor planet X yang didapati daripada soalan 3 di dalam nisbah unit astronomi? ($1.0 \text{ au} = 1.4960 \times 10^{11} \text{ m}$, berat matahari = $1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$)
 - (A) 0.387 au
 - (B) 0.723 au
 - (C) 1.0 au
 - (D) 1.523 au

- 3 -

- (v) Sudut yang dihasilkan melalui persilangan satah orbit dan satah Khatulistiwa adalah sudut:
- (A) Anomali sebenar.
 - (B) Anomali eksentrik.
 - (C) Kecondongan.
 - (D) Tegak.
- (vi) Garisan apsis yang dibentuk oleh paksi major sebuah orbit elips menghasilkan dua titik persilangan yang dinamakan:
- (A) Nod menaik dan nod menurun.
 - (B) Titik apogi dan titik perigi.
 - (C) Titik asalan dan bayangan.
 - (D) Titik menegak dan titik membujur.
- (vii) Apakah keistimewaan orbit segerak matahari?
- (A) Membolehkan satelit merentas kawasan di Bumi pada masa yang sama.
 - (B) Membolehkan satelit mendapatkan cahaya matahari pada masa yang sama.
 - (C) Membolehkan satelit menduduki satu kawasan pada masa yang sama.
 - (D) Membolehkan satelit berlindung daripada cahaya matahari pada masa yang sama.
- (viii) Perubahan pada sudut anomali benar menyebabkan:
- (A) Perubahan keeksentrikan sesuatu orbit.
 - (B) Perubahan titik perigi kepada titik apogi sesuatu orbit.
 - (C) Perubahan sudut kecondongan sesuatu orbit.
 - (D) Perubahan jarak objek yang beredar pada sesuatu orbit.
- (ix) Berapakah daya tarikan graviti planet Zurah ke atas planet Utarid dalam sistem tertutup Zurah-Utarid? (Zurah: 0.7233 au , $4.871 \times 10^{24} \text{ kg}$; Utarid: 0.3871 au , $3.304 \times 10^{23} \text{ kg}$)
- (A) $9.1723 \times 10^{15} \text{ N}$
 - (B) $3.2024 \times 10^{16} \text{ N}$
 - (C) $4.2454 \times 10^{16} \text{ N}$
 - (D) $2.1353 \times 10^{27} \text{ N}$

...4/

- 4 -

- (x) Sesuatu objek yang beredar mengelilingi matahari mempunyai kelajuan yang maksimum pada kedudukan:
- (A) paling dekat dengan matahari.
 - (B) paling jauh dari matahari.
 - (C) menuju ke arah matahari.
 - (D) menjauhi daripada matahari.
- (xi) Nod menaik adalah satu titik di mana:
- (A) 90° anomali benar selalunya berlaku.
 - (B) sesuatu objek yang beredar bersilang dengan satah Khatulistiwa menuju ke utara.
 - (C) 180° anomali benar selalunya berlaku
 - (D) sesuatu objek yang beredar bersilang dengan satah gerhana menuju ke utara.
- (xii) Kapal angkasa Cassini-Huygens boleh diklasifikasikan sebagai:
- (A) Pengorbit-Atmosfera
 - (B) Pemerhati-Atmosfera
 - (C) Atmosfera-Lintas terbang
 - (D) Lintas terbang-Atmosfera
- (xiii) Kapal angkasa jenis lintas terbang digunakan untuk misi:
- (A) Peninjauan awal sistem suria.
 - (B) Peredaran orbit sesebuah planet.
 - (C) Pengumpulan data atmosfera sesebuah planet.
 - (D) Pemerhatian jarak jauh sesebuah planet.
- (xiv) Berbanding dengan pelancaran dari latitud yang tinggi, pelancaran dari garisan Khatulistiwa mempunyai kelebihan seperti berikut:
- (A) Kekurangan atmosfera.
 - (B) Kekurangan daya graviti.
 - (C) Daya putaran Bumi pada paksinya untuk orbit berkecondongan rendah.
 - (D) Daya putaran Bumi pada paksinya untuk orbit polar.

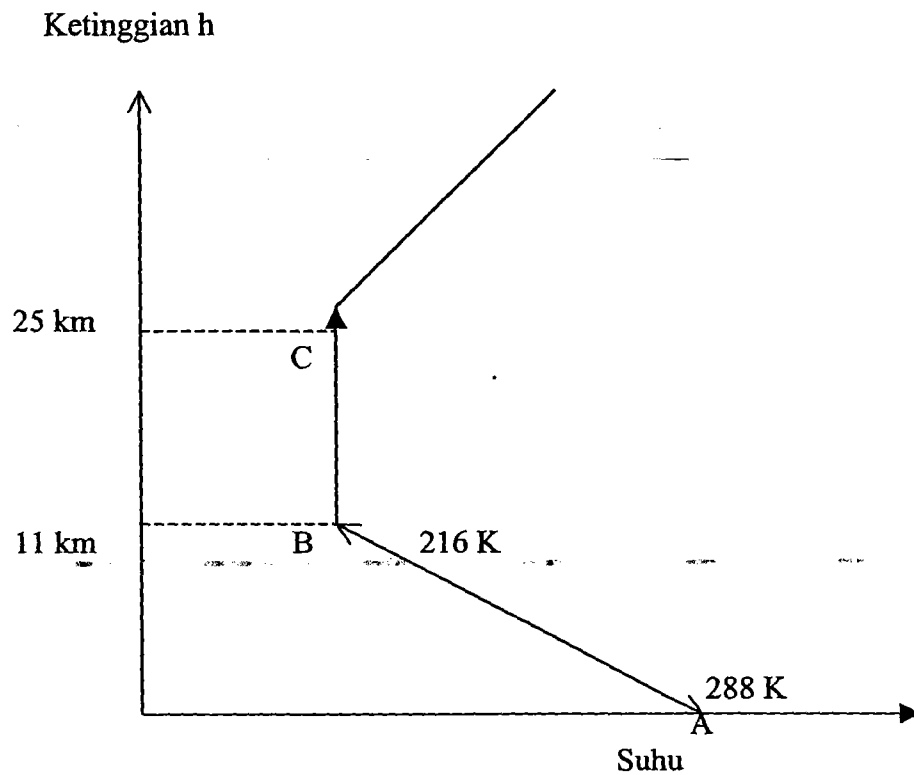
- 5 -

(xv) Pelancaran dari persisiran pantai timur Amerika Syarikat adalah sesuai hanya untuk pelancaran ke orbit:

- (A) Geopegun.
- (B) Orbit pindah geopegun.
- (C) Trajektori berkecondongan rendah.
- (D) Trajektori berkecondongan tinggi.

BAHAGIAN B (Pilih 3 daripada 5)

2. (a) Diberi taburan suhu sebagai fungsi ketinggian atmosfera seperti dalam Gambarajah 1.1 di bawah.



Pada titik A : Ketinggian pada paras laut h_a
 Suhu $T_a : 288^{\circ}\text{K}$
 Tekanan P_a
 Ketumpatan ρ_a

Pada titik B : Ketinggian $h_b = 11 \text{ km}$
 Suhu $T_b : 216^{\circ}\text{K}$
 Tekanan P_b
 Ketumpatan ρ_b

Pada titik C : Ketinggian $= 25 \text{ km}$
 Suhu $: 216^{\circ}\text{K}$

- 7 -

Gambarajah di atas menunjukkan bahawa pada paras laut dengan ketinggian 11 km, suhunya akan menurun. Manakala pada ketinggian 11 km ke 25 km, suhunya akan menjadi malar. Menggunakan pecutan graviti malar g_0 , tekanan statik p , ketumpatan ρ dan perbezaan ketinggian dh , persamaan hiderostatik diberi sebagai:

$$dp = - g_0 \rho dh$$

Jika keadaan atmosfera seperti gas yang sempurna, tentukan bahawa:

- (i) Suhu kecerunan sepanjang garis AB $a = \dots$,
- (ii) Penukaran tekanan sepanjang garis AB ialah $\frac{P}{P_b} = \left[\frac{T}{T_b} \right]^{\frac{g_0}{aR}}$
- (iii) Perubahan ketumpatan sepanjang garis BC ialah $\frac{\rho}{\rho_a} = e^{-\left[\frac{g_0}{RT}\right](h-h_a)}$

Dengan R : gas semesta malar

(10 markah)

- (b) Pesawat terbang dengan kelajuan penerbangan 400km/j pada paras laut. Min aerodinamik perentas sayap ialah 4m. Dapatkan:

- (i) Nombor Mach penerbangan pesawat tersebut
- (ii) Nombor Reynolds pada kelajuan itu.

(5 markah)

- (c) Terangkan mengapa Nombor Reynolds dan Nombor Mach adalah penting dalam analisis aerodinamik sebuah pesawat.

(5 markah)

- (d) Terangkan fungsi bagi komponen-komponen pesawat yang berikut:

- (i) Aileron
- (ii) Penstabil mendatar (*Horizontal stabilizer*)
- (iii) Ekor menegak (*Vertical tail*)

(5 markah)

3. (a) Lukiskan keranjang udara (*airfoil*) dengan memasukkan geometri parameternya yang mempunyai pengaruh kuat terhadap ciri-ciri aerodinamik. (5 markah)
- (b) Lukiskan ciri aerodinamik yang biasa bagi keranjang udara terkamber (*cambered airfoil*) dalam sebutan pekali angkat c_l , pekali seretan c_d , dan momen anggulan (*pitching moment*) c_m terhadap sudut serangan α . (5 markah)
- (c) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan Nombor Mach genting (*Critical Mach Number*) dan pencapahan Mach (*Mach divergence*). (5 markah)
- (d) Naca keranjang udara 4412 pada kelajuan rendah terowong angin didapati bahawa pada $\alpha = 4^\circ$ dengan $c_l = 0.64$ dan pekali tekanan pada titik permukaan atas, $C_p = -1.2$. Anggarkan nilai c_l dan c_p bagi Nombor Mach $M = 0.7$. (5 markah)
- (e) Data yang diperolehi daripada keputusan eksperimen, sebuah keranjang udara daripada ujian kelajuan rendah pada sudut serang 3° adalah seperti berikut:
 Pekali daya paksi = $c_a = 0.005$
 Taburan pekali tekanan C_p sepanjang permukaan keranjang udara sebelah atas dan bawah diberi seperti berikut:

Permukaan atas / *upper surface*

$$C_{p,u} = 1 - 300 \left(\frac{x}{c} \right)^2 \quad \text{for } 0 \leq \left(\frac{x}{c} \right) \leq 0.1$$

$$= -2.2277 + 2.277 \left(\frac{x}{c} \right) \quad \text{for } 0.1 \leq \left(\frac{x}{c} \right) \leq 1.0$$

- 9 -

Permukaan bawah / *lower surface*

$$C_{p,l} = 1 - 0.95 \left(\frac{x}{c} \right)^2 \quad \text{for } 0 \leq \left(\frac{x}{c} \right) \leq 1.0$$

Kira:

- (i) Pekali daya normal c_N
- (ii) Pekali angkat c_l
- (iii) Pekali momen pada titik paksi (*pivot point*) $\frac{1}{4}$ perentas $C_{M1/4c}$

(5 markah)

4. (a) Terangkan mengapa bagi kawalan permukaan biasanya digunakan keranjang udara yang simetri yang mana tidak sama dengan keranjang udara bagi sayapnya.

(5 markah)

- (b) Terdapat beberapa bentuk pelan sayap, berikan tiga jenis bentuk pelan sayap dan terangkan ciri-ciri aerodinamiknya.

(5 markah)

- (c) Sayap yang disangkut pada fuslaj kadang-kadang perlu ditentukan sudut piuh (*twist angle*), terangkan kegunaan sudut piuh tersebut.

(5 markah)

- (d) Terangkan mekanisme pembentukan hujung vorteks mengekor (*tip trailing vortex*).

(5 markah)

- (e) Jelaskan mengapakah pekali angkat bagi sudut serang yang diberi untuk sayap tak terhingga lebih besar daripada sayap terhingga.

(5 markah)

...10/

- 10 -

5. (a) (i) Berikan penjelasan mengapa pertumbuhan nisbah bidang akan menyebabkan seretan teraruh (*induced drag*) pada sayap berkurang.
- (ii) Terangkan mengapa kebanyakan pesawat direkabentuk penerbangannya pada Nombor Mach yang tinggi menggunakan konfigurasi sayap tersapu (*swept wing configuration*)

(5 markah/marks)

- (b) Pertimbangkan sayap terhingga dengan data seperti berikut:
 Keluasan sayap $S_w = 24 \text{ m}^2$ dan nisbah bidang $A_R = 6$, kecekapan rentang sayap (wing span efficiency) $e_1 = 0.9$, faktor kecekapan Oswald $e = 0.81$ dan profil seretan $C_{do} = 0.004$. Bahagian keranjang udara sayap ialah Naca 23012 dengan pekali aerodinamik bagi keranjang udara jenis ini ialah seperti berikut:

$$\text{at } \alpha = 0^\circ \quad c_l = 0.14$$

$$\text{at } \alpha = 10^\circ \quad c_l = 1.20$$

Jika sayap pesawat berada pada sudut serang 6° , Dapatkan:

- (i) Pekali angkat C_L
 (ii) Pekali seretan C_D pada sayap
 (iii) Sudut serang pada pekali daya angkat sifar $\alpha_{C_L=0}$

(10 markah)

- (c) Keluasan sayap terhingga 1.5 m^2 dan nisbah bidang adalah 8 diuji pada terowong angin dengan kelajuan rendah pada kelajuan 30m/saat dan paras laut yang bersesuaian. Keputusan pengukuran aerodinamik pada dua sudut serang adalah seperti yang berikut:

pada $\alpha = 0^\circ$ daya angkat = 3 Newton dan seretan = 0.10 Newton

pada $\alpha = 5^\circ$ daya angkat = 8 Newton dan seretan = 0.24 Newton

Anggarkan:

- (i) Sudut serang pada pekali daya angkat sifar $\alpha_{C_L=0}$
 (ii) Pekali cerun daya angkat pada sayap terhingga
 (iii) Faktor kecekapan sayap e_1

(10 markah)

- 11 -

6. Kipas enjin tunggal yang ringan memacu pesawat dengan data seperti berikut:

Rentang sayap b : 12m

Keluasan sayap S_w : 8 m^2

Berat pesawat W = 11000 Newton

Ruang bahan api 65 gallon

Logi kuasa bagi satu enjin omboh 240 Hp

Penggunaan bahan api yang khusus 0.45 lb/hp/hour

Pekali seretan parasit C_{do} = 0.025

Faktor pekali Oswald e = 0.82

Kecekapan kipas η = 0.85

1 lb = 4.448 Newton

Jika penerbangan pesawat pada kelajuan 200 km/jam pada ketinggian paras laut, dapatkan:

- (a) Pekali daya angkat C_L (4 markah)

- (b) Nisbah bidang A_R (3 markah)

- (c) Tujah yang diperlukan dengan syarat penerbangan di atas (3 markah)

- (d) Menggunakan polar perhubungan seretan bagi sebuah pesawat, kiralah kuasa minimum yang diperlukan $P_{R-\min}$ dan halaju pada kuasa minimum yang diperlukan $V_{\text{Min-PR}}$. (3 markah)

- (e) Dengan kecekapan kipas di atas, dapatkan halaju maksimum yang mana boleh dicapai oleh pesawat yang terbang pada paras laut. (3 markah)

- (f) Carilah kadar pendakian penerbangan pada paras laut. (3 markah)

- (g) Jika sebuah pesawat terbang pada ketinggian 7km dengan data atmosfera seperti yang ditunjukkan dalam jadual atmosfera yang diberi, dapatkan kelajuan penerbangan dan kuasa yang diperlukan bagi penerbangan pada ketinggian tersebut. (3 markah)

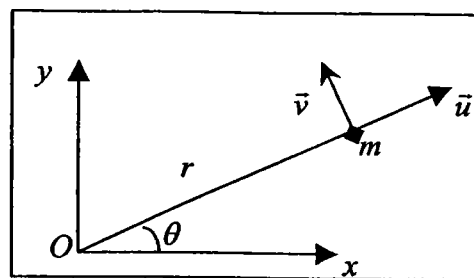
- 12 -

- (h) Pada ketinggian penerbangan 7km, kipas enjin akan berhenti maka pesawat akan berada dalam keadaan penerbangan meluncur. Carilah sudut minimum peluncuran dan jarak maksimum yang diukur sepanjang bumi yang mana boleh diliputi oleh pesawat pada penerbangan meluncur.

(3 markah)

BAHAGIAN C (Pilih 5 daripada 8)

7. (a) Nyatakan Hukum Kepler kedua dan terangkan implikasi hukum ini terhadap peredaran planet.

(4 Markah)**Gambarajah 1.**

- (b) Perhatikan Gambarajah 1 di atas dengan teliti. Satu jisim m dianjakkan pada sudut θ pada jarak malar r dari titik asalan O . Buktikan bahawa *halaju* dan *pecutan* jisim m seperti berikut:

(6 Markah)

Halaju:
$$\begin{Bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \dot{r} \\ r \cdot \dot{\theta} \end{Bmatrix}$$

Pecutan:
$$\begin{Bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \ddot{r} - r \cdot \dot{\theta}^2 \\ r \cdot \ddot{\theta} + 2 \cdot \dot{r} \cdot \dot{\theta} \end{Bmatrix}$$

-14 -

8. (a) Terangkan perbezaan di antara anomali benar, eksentrik dan min.

(3 Markah)

- (b) Nyatakan elemen-elemen orbit Kepler serta berikan takrifan kepada setiap satu elemen-elemen tersebut.

(3 Markah)

- (c) Lakarkan kedudukan setiap elemen di dalam sebuah gambarajah dengan jelas.

(4 Markah)

9. (a) Nyatakan lima jenis orbit dan terangkan ciri-ciri kepada setiap jenis orbit tersebut.

(5 Markah)

- (b) Nyatakan lima jenis kapal angkasa dan terangkan kegunaan dan ciri-ciri kepada setiap jenis kapal angkasa tersebut.

(5 markah)

10. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan jendela pelancaran dan terangkan mengapa pelancaran mesti dilakukan pada jendela pelancaran yang sesuai.

(4 markah)

- (b) Terangkan mengapa pemilihan lokasi pelancaran adalah penting untuk misi sesuatu kapal angkasa.

(4 markah)

- (c) Berikan dua contoh kenderaan pelancar dan berikan ciri-ciri penting kepada setiap kenderaan tersebut.

(2 markah)

11. (a) Sebuah satelit seberat 500 kilogram telah dilepaskan di orbit pindah geopegun berdudukan 20,000 kilometer. Ia dijangka akan merentasi ruangan atmosfera Bumi dengan momentum seberat $5.4 \times 10^6 \text{ kg.m/s}$ sebelum berpatah balik ke angkasa. Buktikan persamaan yang menghubungkan jarak titik perige; r_p , kepada jarak titik apoge; r_a , seperti berikut:

(4 markah)

$$r_p = \frac{1}{2} \left(\sqrt{r_a^2 + \frac{8\mu}{v_p^2} r_a} - r_a \right)$$

- (b) Berikan nilai paksi semimajor orbit tersebut dan seterusnya buktikan bahawa trajektori orbit yang diikuti adalah sebuah elips. ($\mu = 398199 \text{ km}^3/\text{s}^2$; $r_{\text{Bumi}} = 6,378 \text{ kilometer}$)

(6 markah)

...16/

- 16 -

12. (a) Senaraikan dan terangkan secara ringkas jenis-jenis sinaran mengion yang terdapat di persekitaran angkasa lepas.

(4 markah)

- (b) Terangkan bahaya sinaran-sinaran mengion tersebut terhadap kapal angkasa.

(3 markah)

- (c) Bagaimanakah bumi dilindungi daripada zarah-zarah bercas di angkasa?

(3 markah)

13. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan puing orbit?

(2 markah)

- (b) Nyatakan risiko-risiko yang dialami oleh kapal angkasa berdasarkan saiz puing orbit tersebut.

(4 markah)

- (c) Terangkan jenis-jenis tindakan yang boleh dibuat bagi mengurangkan risiko terhadap bahaya puing orbit tersebut dan berikan komen anda tentang setiap tindakan tersebut.

(4 markah)

14. (a) Senaraikan dan terangkan secara ringkas lima faktor persekitaran yang memberi kesan kepada kapal angkasa di orbit bumi.

(5 markah)

- (b) Nyatakan kesan ruang vakum angkasa terhadap kapal angkasa.

(3 markah)

- (c) Nyatakan kesan atmosfera bumi terhadap kapal angkasa di Orbit Rendah Bumi.

(2 markah)

ooo000ooo

Skrip jawapan soalan objektif (Bahagian A)
 ESA 111 – Pengenalan Kepada Kejuruteraan Aeroangkasa

Angka Giliran :

gunakan huruf

.....
gunakan angka

Arahan : Sila bulatkan dengan jelas jawapan anda

- | | | | | | |
|----|--------|---|---|---|---|
| 1. | (i) | A | B | C | D |
| | (ii) | A | B | C | D |
| | (iii) | A | B | C | D |
| | (iv) | A | B | C | D |
| | (v) | A | B | C | D |
| | (vi) | A | B | C | D |
| | (vii) | A | B | C | D |
| | (viii) | A | B | C | D |
| | (ix) | A | B | C | D |
| | (x) | A | B | C | D |
| | (xi) | A | B | C | D |
| | (xii) | A | B | C | D |
| | (xiii) | A | B | C | D |
| | (xiv) | A | B | C | D |
| | (xv) | A | B | C | D |